

Гипотезы

УДК 530.10

В.И. Пискунов

Вращается ли магнитное поле вместе с вращающимся магнитом?

Выясняется, вращается ли магнитное поле в униполярной машине Фарадея вместе с вращающимся магнитом. Показано, что на сегодняшний день, все ранее выполненные с этой целью эксперименты, осуществленные на базе униполярной машины Фарадея, имеют изъян, на который указал еще современник Фарадея Престон. Приводится описание эксперимента, в котором указанный изъян устранен. Результаты эксперимента можно расценивать, как надежно подтверждающие, что магнитное поле вращением магнита не увлекается.

It is made clear up, is magnetic field moving forward with charged particles, which are created this field, in the direction of particles moving. It is shown, that early provided experiments, which are described the behavior of magnetic field in the phenomena of unipolar induction and principle can give the answer to this question, have the wrong descriptions. The experiment, provided by the author, which is provided without any wrong descriptions, is described also. The results of this experiment are shown, that finding movement is not existed in magnetic field.

Ключевые слова: униполярная машина, магнит, магнитное поле, вращение магнитного поля, электродвижущая сила (ЭДС).

Введение

Начнем с наивного, но вполне законного вопроса: относительно чего материального, или относительно какой материальной среды, движение заряженных частиц приводит к возникновению магнитного поля? В рамках самых современных знаний об электромагнитных явлениях получить ответ на этот вопрос невозможно, ибо сама постановка вопроса, с точки зрения ортодоксов физики, считается некорректной. Кроме того, следует отметить, что к настоящему времени в классической электродинамике обнаружено ряд парадоксов, носящих принципиальный характер. Профессионалов же решение этих парадоксов не интересует, так как молчаливо подразумевается, что этим заниматься нецелесообразно, поскольку ученый мир имеет в своём распоряжении наиболее завер-

шенную и самую корректную из всех физических теорий – квантовую электродинамику. Пытаясь самостоятельно ответить на выше поставленный вопрос, и, в первую очередь, разрешить собственноручно обнаруженные парадоксы, автор пришел к выводу, что такой средой должен быть магнитный эфир [1]. Именно движение электрически заряженных частиц относительно элементов магнитного эфира как раз и должно приводить к возникновению магнитного поля.

Вполне естественно, возникает и такой вопрос: в какой системе отсчета возникшее магнитное поле является неподвижным. Логично было бы, полагать, что магнитное поле неподвижно в той системе отсчета, в которой неподвижен магнитный эфир. При этом само понятие неподвижности магнитного поля в какой либо инерциальной системе отсчета означает такое состояние магнитного поля в указанной системе отсчета, когда, определяемое силой Лоренца, пондеромоторное действие магнитного поля на заряд, неподвижный в этой системе отсчета, отсутствует. Для получения ответа на второй вопрос пригодны результаты экспериментов Фарадея с униполярной машиной [2], при помощи которых Фарадей пытался установить вращается ли магнитное поле вместе с вращающимся магнитом. Если бы оказалось, что магнитное поле вращается вместе с магнитом, то это означало бы, что магнитное поле перемещается вместе с зарядами его создающими. Свойства же магнитного эфира таковы, что его элементы, проявляющие себя как элементы магнитного поля, при движении в нем заряженных частиц, «уступают дорогу» заряженным частицам, смещаясь только в направлении перпендикулярном движению заряженных частиц. Таким образом, если гипотеза существования магнитного эфира верна, то в опытах Фарадея магнитное поле не должно вращаться вместе с магнитом. На основании своих опытов Фарадей сделал заключение, что магнитное поле вращением магнита не увлекается. Следовательно, результаты опытов Фарадея не противоречат свойствам магнитного эфира. И автору гипотезы магнитного эфира, казалось бы, беспокоиться не о чем. К сожалению, в идее постановки

опытов Фарадея с униполярной машиной имеет место изъян, который сводит на нет замысел опыта. На этот изъян указал современник Фарадея Престон [3]. Конкретно, Фарадей не учел, что магнитные силовые линии всегда замкнуты. К настоящему времени опыты, аналогичные опытам Фарадея, но с некоторыми нюансами были проведены и другими исследователями [4-7]. К сожалению, во всех этих опытах имел место всё тот же изъян, и потому, результаты этих опытов следует признать экспериментально не подтвержденными. Таким образом, на сегодняшний день экспериментальное подтверждение заключению Фарадея фактически отсутствует. Видимо поэтому и сегодня наблюдается у научной общественности интерес к указанному вопросу. Об этом свидетельствуют ряд форумов, проведенных в Интернете [8-10].

Как видим, если окажется, что магнитное поле вращается вместе с магнитом, то предположение о существовании магнитного эфира следует признать ошибочным.

Чтобы отстоять гипотезу магнитного эфира или же обоснованно от неё отказаться, автору пришлось самому провести эксперименты, позволяющие установить, движется ли магнитное поле вместе с зарядами в направлении движения последних.

Один эксперимент, в котором было учтено свойство замкнутости магнитных силовых линий, уже был проведен автором [11]. В этом эксперименте вращательное движение магнита было заменено вращательно-колебательным. Результаты эксперимента были оценены, как подтверждающие заключение Фарадея. К сожалению, этот опыт имеет существенный недостаток. Конкретно, если магнитное поле набирает обороты магнита достаточно медленно, то амплитуда колебаний магнитного поля может оказаться, значительно меньшей, чем амплитуда колебаний самого магнита и тогда, измеренный сигнал может оказаться за пределами чувствительности установки. В указанном эксперименте период колебаний составлял 10 мс. Т. е. на набор скорости магнитному полю отводилось не более 5 мс. Достоверность заключения о не вращении магнитного поля вместе с вращающимся магнитом могла бы быть существенно увеличена, если бы измерение скорости вращения магнитного поля было осуществлено, хотя бы спустя несколько секунд от начала набора оборотов магнитом. В этой работе, вниманию читателя предлагается описание эксперимента, в котором эти пожелания в определенной мере реализованы.

Цель работы получить экспериментальным путем достоверный ответ на вопрос: вращается ли магнитное поле вместе с вращающимся магнитом?

Анализ возможностей решения проблемы экспериментальным путем

Разумеется, о движении магнитного поля можно судить по величине и направлению силы Лоренца, действующей на пробный заряд, со стороны магнитного поля.

Из-за исключительной малости силы Лоренца, для её регистрации Фарадей воспользовался измерением электродвижущей силы (ЭДС), возникающей в токопроводящем замкнутом контуре (рис.1), составляющими которого, являются: токопроводящее тело магнита, токопроводящая ось магнита, токосъемные щетки Щ1, Щ2, соединительные провода и измерительный прибор электрического тока.

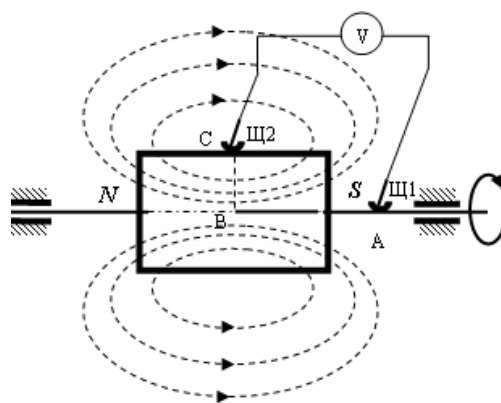


Рис. 1. Схема униполярной машины Фарадея.

По своей роли относительно места возбуждения ЭДС, токопроводящий контур в машине Фарадея состоит из двух разных участков: первый принимает участие во вращении вместе с магнитом, а второй остается неподвижным в лабораторной системе отсчета. К первому относится тело магнита, ко второму – все остальное. В зависимости от того, движется магнитное поле вместе с магнитом, или нет - ЭДС в первом случае наводится в неподвижном участке контура (НУК), а именно, в САВ, во втором - во вращающемся участке контура (ВУК), соответственно в ВС, т. е. в теле магнита. Если бы мы могли установить, в каком именно участке контура образовывается эта ЭДС, то мы могли бы дать ответ - вращается поле, или нет. К сожалению, из-за замкнутости магнитных силовых линий, полярность и величина наведенной ЭДС принципиально являются такими, что обусловленный этой ЭДС электрический ток в измери-

тельном приборе будет одинаковый. Всегда выполняется равенство:

$$U_{НУК} = U_{ВУК},$$

где: $U_{НУК}$ величина ЭДС, наведенная в НУК; $U_{ВУК}$ величина ЭДС, наведенная в ВУК. Это означает, что не имеется возможности, по параметрам ЭДС, определить в каком именно участке контура она возникает. Именно на это обстоятельство и обратил внимание Престон.

Во избежание этого препятствия в описанной ниже экспериментальной установке часть НУК, размером, равным отрезку DE, была заменена одетым на магнит воздушным конденсатором цилиндрической формы, у которого расстояние между внутренней и внешней пластинами в точности равно удаленному отрезку. Т. е. конденсатор электрически подключался в цепь НУК вместо удаленного отрезка. При этом он располагался над поверхностью магнита таким образом, чтобы значительное количество магнитных силовых линий проходило между его пластинами. Так как между пластинами конденсатора нет свободно двигающихся зарядов, то этим способом удалось уменьшить ЭДС $U_I \propto \epsilon$, на величину U_{DE} , равную той ЭДС, которая ранее возбуждалась на удаленном отрезке DE. Величина же ЭДС, которая возникает в ВУК, естественно при этом остается неизменной и равняется той величине, которая была измерена в штатном исполнении машины Фарадея. Итак, в модернизированной машине Фарадея имеем:

$$U_{ВУК} = const, \quad U_{НУК} = U_{ВУК} - U_{DE}$$

Это означает, что в принципе появилась возможность по величине измеренной ЭДС, установить на каком именно участке контура образовывается эта ЭДС, а, значит, и определить, вращается поле или нет. Как это сделано конкретно, рассмотрим ниже.

Описание экспериментальной установки

На рис. 2 представлена схема установки с модернизированным проводящим контуром. Здесь: 1 механический вал магнита, изготовленный из титана; 2 секции магнита, каждая представляет собой отдельный железо-ниодимовый постоянный магнит кольцевой формы, у которого внешний диаметр 30 мм, внутренний 6,5 мм, высота 8 мм; 3 тонкий диск из магнитомягкой стали; 4 внутренняя пластина цилиндрического конденсатора; 5 внешняя пластина цилиндрического конденсатора; 6 электростатический экран; 7 конструктивные элементы станины (плиты, стойки); 8 узел муфто-

соединения; 9 электродвигатель постоянного тока Д-82А; 10 токосъемная щетка нулевого потенциала - Щ1; 11 токосъемная щетка рабочего потенциала - Щ2; 12 узел усиления; 13 электрический осциллограф С1-83; 14 вывод контроля, предназначенный для контроля и управления потенциалом внутренней пластины конденсатора. На рис. 2 не показаны источники питания установки и элементы амортизации, выполненные из пористой резины, конструктивные элементы крепления пластин конденсатора, выполненные из фторопласта, а также щеткодержатели. Латинскими буквами обозначены характерные точки электрического контура.

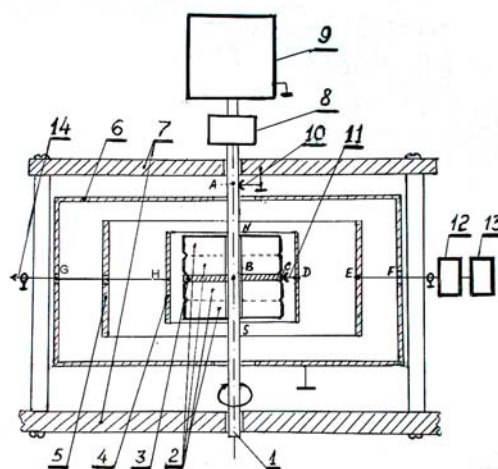


Рис.2 Схема установки для выявления вращения магнитного поля.

Работа установки сводится к измерению с помощью осциллографа величины ЭДС, которая наводится в модернизированном контуре. По величине этой ЭДС мы можем судить о том, вращается ли магнитное поле вместе с магнитом, или же оно неподвижно. ЭДС, что наводится в контуре, с момента включения двигателя представляет скачок напряжения, у которого скорость нарастания переднего фронта отвечает скорости набора оборотов магнитом при его разгоне до номинальных оборотов, т. е. от 0 до 6000 об/мин. Это время было измерено и составляет не больше четверти секунды. По достижению номинальных оборотов на выводе контроля 14, т.е. на пластине 4, устанавливается напряжение, равное 52 мВ. Следует отметить, что при работе с выводом контроля 14 установка полностью идентична униполярному генератору Фарадея и мы, естественно, не знаем, в котором отрезке контура наводится ЭДС. Далее, поскольку, Щ2 установлена по центру магнита и диаметр диска 3 равняется диаметру магнита, то измеренное напряжение отвечает,

максимально возможному значению ЭДС, что наводится в контуре при данных оборотах магнита. Таким образом $U_{\max} = 52 \text{ мВ}$.

В состав модернизированного контура входят: ось механического вала 1 (на участке АВ); диск 3 (на участке ВС); щетка Щ2; соединительный проводник между щеткой Щ2 и внутренней пластиной конденсатора 4; воздушный промежуток между пластинами конденсатора 4 и 5; соединительный проводник EF; входное сопротивление электрометрического усилителя, который входит в состав усилительного блока 12; участок корпуса экрана FA и щетка Щ1. Ось вала 1 и диск 3 составляют вращающийся участок контура (ВУК), другие элементы – неподвижный участок контура (НУК). Если магнитное поле не вращается, то ЭДС возбуждается в ВУК, а именно, в диске 3; а если поле вращается вместе с магнитом и диском, то в НУК на всех его составляющих, кроме воздушного промежутка между пластинами конденсатора.

Расчетная часть

На рис. 3 изображены эквивалентные электрические схемы установки, которые отвечают, соответственно двум указанным случаям поведения магнитного поля.

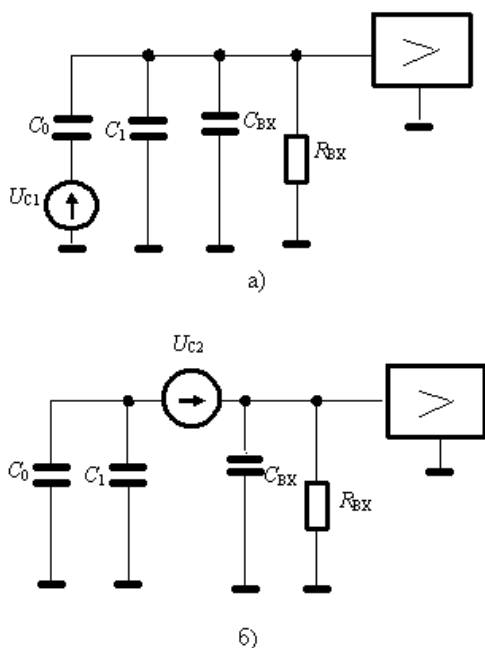


Рис.3. Эквивалентная электрическая схема установки для случаев:

- а) когда магнитное поле неподвижно,
- б) когда магнитное поле вращается.

В первом случае вход усилителя подключается к источнику сигнала через емкостный делитель, образованный воздушным конденсатором C_0 , емкость которого составляет приблизительно 2 пФ, и емкостью C_1 , что имеет место между внешней пластиной конденсатора и электростатическим экраном, и параллельно подключенным входным сопротивлением блока усиления. Емкость C_1 не измерялась. Напряжение источника сигнала в первом случае, естественно равняется $U_{c1} = U_{\max} = 52 \text{ мВ}$. Во втором случае, т. е. когда мы думаем, что магнитное поле вращается вместе с магнитом,

$$U_{c2} = U_{\max} - U_{DE}.$$

Величина U_{DE} была измерена экспериментально. Для ее измерения в установке на первом этапе вместо диска 3 устанавливался другой диск, диаметр которого превышал диаметр внешней пластины конденсатора. Между щеткой Щ2 и общей точкой с помощью милливольтметра измерили напряжения, которые имели место при положении Щ2 на новом диске в точке, расположенной на расстоянии BD от вала магнита и во второй точке на расстоянии BE. Смысл отрезков BD и BE становится понятным из рис. 2. Естественно, что скорость вращения магнита поддерживалась номинальной. Именно разность между величинами измеренных напряжений и дает нам значение $U_{DE} = 29,3 \text{ мВ}$. Таким образом, $U_{c2} = 22,7 \text{ мВ}$.

Следует отметить, что вращающееся магнитное поле разным участкам поверхности пластин конденсатора предоставляет неравный потенциал относительно общей точки. Наивысший потенциал будет иметь центральная область пластин. В меру приближения к краям, т.е. к полюсам магнита, потенциал будет падать. В рассматриваемом случае падение на внутренней пластине конденсатора было измерено экспериментально в режиме униполярного генератора Фарадея и составляет не больше 30 %. Таким образом, реальное значение U_{c2} должно быть порядка 19,3 мВ.

Итак, если магнитное поле остается неподвижным, осциллограф отобразит скачок напряжения

$$U_1 = U_{c1} \cdot K1,$$

если же поле вращается, то

$$U_2 = U_{c2} \cdot K2,$$

где: K_1 – коэффициент передачи канала от источника сигнала к входу на осциллограф для первой эквивалентной схемы, K_2 – для второй.

Все материальное в природе имеет инерцию. Возможно, что и магнитное поле раскручивается не мгновенно и ему нужно время на набор оборотов. Мы не знаем, каким это время может быть, поэтому в предлагаемой установке была сделана попытка процесс измерения удерживать хотя бы несколько секунд. На пути к увеличению этого времени препятствует именно модернизация токопроводящего контура, так как в нашем случае он проводит только переменный ток. Указанный фактор и очень малое значение емкости конденсатора C_0 обусловили применение для усиления сигнала электрометрического усилителя типа ОРА129. Входное сопротивление усилителя с учетом сопротивления, которое задает рабочий режим, а также токов утечки изоляторов, составляет приблизительно $0,5 \cdot 10^{12}$ Ом, входная емкость самого усилителя составляет 1-2 пФ. Для снижения уровня помех, которые возникают на частоте вращения магнита, на выходе усилителя был поставлен фильтр низкой частоты второго порядка, частота среза которого равняется 2Гц.

Так как нам неизвестны точные значения емкостей C_0 , C_1 , $S_{вх}$ и сопротивления $R_{вх}$, то коэффициент K_1 определялся по помощи осциллографа экспериментально.

Для измерения коэффициента K_1 на внутреннюю пластину 4 конденсатора через вывод контроля 14 подавался тестовый сигнал. Осциллографом фиксировался сигнал на выходе блока усиления. После этого K_1 определялся как отношение выходного напряжения к входному, что имеет место сразу же по окончании переднего фронта входного сигнала. Тестовый сигнал, который представляет собой единичный скачок напряжения, формировался специально созданным для этого случая имитатором. Передний фронт скачка устанавливался равным переднему фронту сигнала, измеренного осциллографом на выводе контроля 14, начиная с момента включения двигателя установки, которая работает в режиме генератора Фарадея, и к набору последним номинальных оборотов. Измеренное значение $K_1=0,4$.

Осциллограмму, что мы получим, если в тестовом сигнале величина скачка в точности равняется U_{C1} , назовем тестовой (магнит не вращается). Осциллограмму, полученную при запуске двигателя, который вращает магнит, назовем рабочей (вывод контроля 14 отключен). Понятно, что указанные осциллограммы будут

совсем одинаковы, если при вращении магнита магнитное поле остается неподвижным.

В связи с тем, что входная емкость усилителя значительно меньше суммарной емкости C_0 и C_1 , коэффициент K_2 с приемлемой точностью равняется коэффициенту усиления самого блока усиления. Схемным решением обеспечено $K_2=6,2$.

С учетом измеренных коэффициентов передачи каналов, получаем: если магнитное поле остается неподвижным, осциллограф должен зафиксировать скачок напряжения $U_1 = U_{C1} \cdot K_1 = 20,8 \text{ мВ}$, если же поле вращается, то $U_2 = U_{C2} \cdot K_2 = 120 \text{ мВ}$

Результаты эксперимента

Многочисленные измерения показали полное совпадение тестовой и рабочей осциллограмм при величине скачка напряжения равном $20 \pm 3 \text{ мВ}$.

Таким образом, результаты измерений показывают, что в лабораторной системе отсчета магнитное поле вращающегося магнита остается неподвижным.

Следует отметить, что установка позволяет выполнить еще один вариант измерения, который мог бы дать ответ на рассматриваемый в статье вопрос. Действительно, если контрольный вывод 14 соединить с общей точкой, то в случае вращения магнитного поля, на внутренней пластине конденсатора появится потенциал, равный ЭДС, наведенной на участке GH (рис. 2.) проводника контрольного вывода, который и подается на вход канала усиления. Понятно, если магнитное поле не вращается, то пластина будет просто «заземлена», и на выходе канала усиления осциллограф ничего не регистрирует. Эксперимент показал полное отсутствие сигнала при указанном варианте измерения. Это измерение, с количественно нулевым результатом (который зачастую доставляет физикам значительные хлопоты), в нашей ситуации лишний раз подтвердил факт неподвижности магнитного поля.

Конструктивные особенности установки

Поскольку в установке ее электрическая составляющая, в сущности, представляет емкостный датчик, который работает непосредственно на электрометрический усилитель, большое внимание пришлось уделить борьбе с микрофонным эффектом. С этой целью масса станины, ее рамки выбирались по возможности большими. Масса двигателя обеспечивалась дополнительным грузом и вместе составила

больше 1кГ. Масса пластин конденсатора так же была выбрана максимально возможной (150Г внешняя и 40Г внутренняя). Пластины жестко прикреплялись к электростатическому экрану. Боковые стенки экрана были выполнены из силуминовых пластин толщиной 3,5 мм, нижняя и верхняя стенки - со сплавов меди. К корпусу экрана был прикреплен блок усиления и дополнительный груз. В целом вес установки составил порядка 10кГ. Электростатический экран и двигатель крепились к станине на амортизаторах, выполненных из пористой резины. Вращение от вала двигателя к валу магнита передавалось с помощью гибкой муфты, так же выполненной из пористой резины. Все щеткодержатели жестко прикреплялись непосредственно к станине. Каждая щетка состояла из 3 графитовых стрежней, расположенных под углом 120° относительно оси вращения. Вывод ЕФ был выполнен жестким проводом. А соединительный проводник между Щ2 и точкой D - тонким, гибким. Указанные меры позволили снизить микрофонный эффект, измеренный на выходе усилителя, до 3-5 мВ (20% рабочего сигнала). А главное, удалось почти полностью избавиться от импульсной помехи, которая возникает в первый момент после включения двигателя. Крепление и все элементы конструкции, кроме двигателя, выполнены из немагнитных материалов. На рис. 4 приведена фотография установки.

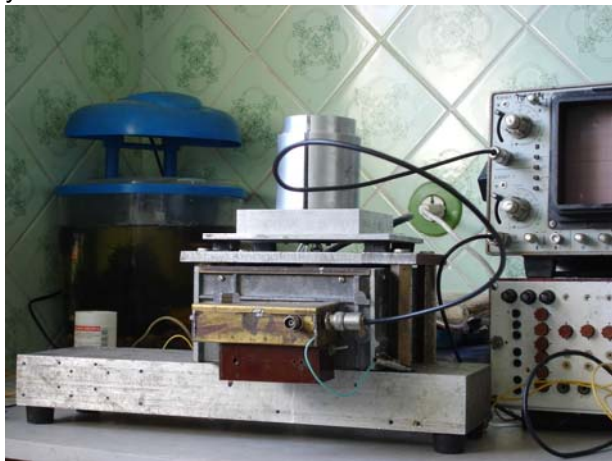


Рис. 4. Фотография установки для выявления вращения магнитного поля

Выводы

1. Информацию, полученную в ходе экспериментов, описанных в этой статье и в работе [11], а также на основании логического анализа

других известных свойств магнитного поля, автор расшифровывает так: силовые линии магнитного поля в направлении движения заряженных частиц, которые создают это поле, механически не скреплены (не сцеплены) с этими частицами.

2. Опровержение гипотезы существования магнитного эфира пока откладывается.

3. Результаты эксперимента могут быть использованы при выяснении вопроса: относительно чего движение заряженных частиц приводит к возникновению магнитного поля?

Литература

1. Пискунов В. И. Некоторые парадоксы электродинамики Максвелла. // *Электроника и связь*. - 2005. - № 26. - С. 83-88.
2. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству: Монография. - М-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. - Т.2.-364 с.
3. Миткевич В.Ф. Маннитный поток и его преобразование: Монография. - М-Л.: Издательство АН СССР, 1946. - 358 с.
4. Интернет-форум: Вращается ли магнитное поле вместе с магнитом? <http://sivserv.ru/vbb/archive/index.php/t-40387.html>
5. Интернет-форум: Вращается ли магнитное поле вращающегося шара? <http://physics-animations.com/nowboard/tehmes/23101.html>
6. Интернет-форум «Вращается ли магнитное поле вращающегося шарика?» <http://physics.com/ru board/tehmes/32902.html>
7. Родин А.Л. Туман над магнитным полем. // *ИР*, -1962. - №2, -С. 12-14.
8. Родин А.Л. О неизвестных опытах по электромагнитной индукции // *Электричество*. - 1994. - № 7. С. 67-71.
9. Николаев Г.В. Современная электродинамика и причины её парадоксальности. (экспериментальные парадоксы электродинамики, опыты 37-39): Монография. - Томск, 2003. - 157 с.
10. Сигалов Р.Т., Шаповалова Т.И., Каримов Х.Х. Новые исследования движущих сил магнитного поля: Монография. Ташкент: - ФАН, 1975. - 248 с.
11. Пискунов В. И. Электромагнитные свойства физического вакуума: Монография. -К.: Аверс, 2006. С.68-72.